

Partial English Translation of Japanese Patent Application Laid-Open No. 11-111585:
From page 4, left column, paragraph [0025] to page 6, left column, paragraph [0052].

[0025]

EMBODIMENTS OF THE INVENTION

First Embodiment

Fig. 1 shows the structure of the exposure section of a KrF sequential-movement reduction projection exposure apparatus (stepper) as a first embodiment of the present invention. The exposure section includes a projective optical system 6, a final stage projection lens 9, and a substrate 10 to be exposed. A shutter 14 is provided between the substrate 10 and the lens 9.

[0026]

The shutter 14 opens its aperture during exposure, allowing exposure light to pass through it, and shuts the aperture during non-exposure. The area of the aperture of the shutter 14 can be varied in accordance with the numerical aperture (NA) of the projective optical system 6 so as to be the minimum area that does not block the optical path for the exposure light. Specifically, the aperture area of the shutter 14 is set at a larger value for a larger NA, and at a smaller value for a smaller NA.

[0027]

The exposure section has a space S1 formed on one side of the shutter 14 and a space S2 formed on the other side. The space S1 is adjacent to the projective optical system 6. The space S2 is adjacent to the substrate 10. The space S1 adjacent to the

optical system is supplied with an inert gas through a gas inlet (pressure setting means) 16. This makes the pressure in this space S1 slightly higher than that in the space S2 adjacent to the substrate. If the pressure in the space S2 is 1.000 atmosphere, the pressure in the space S1 is set at 1.005 atmospheres.

[0028]

With the aperture of the shutter 14 opened, as shown in Fig. 1(A), the substrate 10 can be exposed by being irradiated with the exposure light 15 from a KrF light source (not shown) through the projective optical system 6, where a reticle (not shown) is set.

[0029]

Immediately after the exposure, as shown in Fig. 1(B), the aperture of the shutter 14 shuts to prevent the gas 8 generated from the resist on the substrate 10 from moving to the projective optical system 6. This prevents the projection lens 9 from being contaminated with the gas 8 immediately after the exposure (before the exposed substrate 10 moves to the next shot position).

[0030]

Subsequently, as shown in Fig. 1(C), the substrate 10 moves to the next shot position, and the aperture of the shutter 14 opens. When the aperture opens, the exposed region of the substrate 10, where the gas 8 is generated from the resist, has moved away from the position just under the aperture. Besides, the pressure in the space S1 adjacent to the optical system is slightly higher than that in the space S2 adjacent to the substrate. Consequently, the gas 8 does not move through the aperture of the shutter 14 to the

projective optical system 6. This prevents the projection lens 9 from being contaminated with the gas 8 after the exposed substrate 10 moves to the next shot position.

[0031]

After the steady operation of such a stepper for six months, the projection lens 9 was inspected. The inspection revealed that the lens 9 had a very small amount of deposit thereon within an allowable range.

[0032]

Second Embodiment

Fig. 2 shows the structure of the exposure section of a KrF scanning reduction projection exposure apparatus (scanner) as a second embodiment of the present invention. The parts of this embodiment that are identical with the counterparts of the first embodiment are assigned the same reference numerals in place of the description.

[0033]

This embodiment differs from the first embodiment in including a slit plate 24 between the substrate 10 to be exposed and the projection lens 9. The slit plate 24 has an always-open aperture in the form of a slit. The area of the aperture (the slit length) of the slit plate 24 can be varied in accordance with the numerical aperture (NA) of the projective optical system 6 so as to be the minimum area that does not block the optical path for exposure light. Specifically, the aperture area of the slit plate 24 is set at a larger value for a larger NA, and at a smaller value

for a smaller NA.

[0034]

That surface of the slit plate 34 which is adjacent to the substrate is coated with a methyl polymethacrylate film containing five parts calcium and having a thickness of 500 nm.

[0035]

As is the case with the first embodiment, the space S1 adjacent to the optical system of this embodiment is supplied with an inert gas through the gas inlet 16. This makes the pressure in this space S1 slightly higher than that in the space S2 adjacent to the substrate. If the pressure in the space S2 is 1.000 atmosphere, the pressure in the space S1 is set at 1.005 atmospheres.

[0036]

As shown in Fig. 2(A), the substrate 10 can be exposed by being irradiated with the exposure light from a KrF light source (not shown) through the projective optical system 6, where a reticle (not shown) is set, and through the aperture of the slit plate 24.

[0037]

Immediately after the exposure, as shown in Fig. 2(B), the substrate 10 moves to the next shot position. At the same time, the exposed region of the substrate 10, where gas 8 is generated from the resist, moves away from the position just under the aperture of the slit plate 24. Besides, the slit size in the scanning direction is smaller than the aperture size of a stepper. In addition, the pressure in the space S1 adjacent to the optical system is slightly higher than that in the space S2 adjacent to the

substrate. Moreover, that surface of the slit plate 24 which is adjacent to the substrate is coated with a substance that chemically adsorbs organic gases. Consequently, the gas 8 does not move through the aperture of the slit plate 24 to the projective optical system 6. This prevents the contamination of the surfaces of the projection lens 9 by the gas 8 more effectively than in the first embodiment.

[0038]

After the steady operation of such a scanner for six months, the projection lens 9 was inspected. The inspection revealed that the lens 9 had a very small amount of deposit thereon within an allowable range.

[0039]

In each embodiment, that surface of the shielding member 14 or 24 which is adjacent to the substrate is coated with methyl polymethacrylate. The shielding member of the present invention may, however, be coated with another adsorbent.

[0040]

Third Embodiment

Fig. 3 shows the structure of the exposure section of a KrF scanning reduction projection exposure apparatus (scanner) as a third embodiment of the present invention. The parts of this embodiment that are identical with the counterparts of the second embodiment are assigned the same reference numerals in place of the description.

[0041]

The exposure section of this apparatus includes a slit plate 34 between the substrate 10 to be exposed and the projection lens 9. The slit plate 24 is made of quartz, and its surface adjacent to the substrate is coated with a titanium oxide having a thickness of 100 nm.

[0042]

As is the case with the second embodiment, the space adjacent to the optical system of this embodiment is supplied with an inert gas through the gas inlet 16. This makes the pressure in this space slightly higher than that in the space adjacent to the substrate. If the pressure in the space adjacent to the substrate is 1.000 atmosphere, the pressure in the space adjacent to the optical system is set at 1.005 atmospheres.

[0043]

As is the case with the second embodiment, the slit plate 34 and the difference in air pressure between the space adjacent to the optical system and the space adjacent to the substrate prevent the surfaces of the projection lens 9 from being contaminated by gas. As shown in Fig. 3, the titanium oxide (that is, the slit plate 34) is irradiated periodically (about once a week in steady operation) with the cleaning light 19 from a KrF light source (not shown) through the projective optical system 6. The radiation of the cleaning light 19 makes the titanium oxide act as a photocatalyst to decompose and remove the organic substances sticking to that surface of the slit plate 34 which is adjacent to the substrate. This avoids the necessity of frequently replacing the slit plate

34.

[0044]

The slit plate 34 is made of quartz, but might be made of other transparent material. Alternatively, the shutter of the stepper shown as the first embodiment might be made of quartz or other transparent material and coated with a titanium oxide.

[0045]

The three embodiments are a stepper and scanners each including a light source such as a KrF light source, but the present invention may be applied to exposure apparatus including another light source or another system.

[0046]

Fourth Embodiment

Figs. 4 and 5 show processes for producing semiconductor devices by using one of the stepper and scanners as the embodiments. These processes may be used to produce semiconductor chips such as ICs or LSIs, liquid crystal panels, CCDs, thin-film magnetic heads, micromachines, or microoptics.

[0047]

Fig. 4 is a flowchart from circuit design to delivery. First, at Step 1, a circuit design is prepared for semiconductor devices. Next, at Step 2, a mask (reticle) structure is made with the designed circuit pattern formed on it. In the meantime, at Step 3, a wafer is made of silicon or the like.

[0048]

Next, at Step 4, a pre-process is performed, which is a process

of forming an actual circuit on the wafer photo-lithographically with the mask structure. Then, at Step 5, an after-process is performed, which is a process of making into semiconductor chips the wafer with the circuit formed on it. The after-process includes an assembling step (a dicing step and a bonding step) and a packaging step.

[0049]

The operation, durability, etc. of the thus produced semiconductor devices are inspected or checked at Step 6. Then, the devices are delivered at Step 7.

[0050]

Fig. 5 is a detailed flow chart of the pre-process. First, at Step 11, the surfaces of the wafer are oxidized. At Step 12, an insulating film is formed by CVD on the oxidized wafer surfaces. Next, at Step 13, electrodes are formed by vaporization (vapor deposition) on the wafer. Then, at Step 14, ions are implanted in the wafer.

[0051]

Subsequently, at Step 15, the wafer is coated with a sensitizer. At Step 16, the coated wafer is exposed with the circuit pattern of the mask printed on it. By using one of the stepper etc. as the embodiments at Step 16, it is possible to produce highly integrated semiconductor devices, which have so far been difficult to produce. Before Step 16, an inert gas is supplied through the gas inlet 16 to the space adjacent to the optical system to raise the air pressure in this space (Step 16'). If the scanner

as the third embodiment is used, the shutter 24 is irradiated periodically with cleaning light (Step 16") before Step 16.

[0052]

At Step 17 after the exposure, the circuit pattern on the wafer is developed. At Step 18, the portions other than the developed pattern are removed by etching. At Step 19, the resist that has become useless after the etching is removed. These steps are repeated to superpose circuit patterns on the wafer.

Fig. 4

| | |
|---------|----------------------------------|
| STEP 1: | CIRCUIT DESIGN |
| STEP 2: | MASK PRODUCTION |
| STEP 3: | WAFER PRODUCTION |
| STEP 4: | WAFER PROCESS(ING) (PRE-PROCESS) |
| STEP 5: | ASSEMBLY (AFTER-PROCESS) |
| STEP 6: | INSPECTION |
| STEP 7: | DELIVERY |

Fig. 5

| | |
|-----------|------------------------------|
| STEP 11: | OXIDATION |
| STEP 12: | CVD |
| STEP 13: | ELECTRODE FORMATION |
| STEP 14: | ION IMPLANTATION |
| STEP 15: | RESIST PROCESSING |
| STEP 16: | EXPOSURE |
| STEP 16': | PRESSURIZING (PRESSURE RISE) |
| STEP 16": | CLEANING |

STEP 17: DEVELOPMENT
STEP 18: ETCHING
STEP 19: RESIST REMOVAL
繰り返し: REPETITION

Fig. 7

膜厚: FILM THICKNESS
時間 (秒): TIME (SECONDS)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-111585

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 6 F

G 0 3 B 27/32

G 0 3 B 27/32

F

G 0 3 F 7/20

5 2 1

G 0 3 F 7/20

5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-265687

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月30日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 酒井 啓太

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

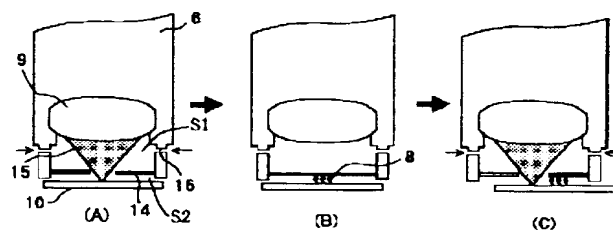
(74) 代理人 弁理士 岸田 正行 (外4名)

(54) 【発明の名称】 半導体製造用露光装置およびこれを用いた半導体デバイス製造プロセス

(57) 【要約】

【課題】 被露光基板から発生するガスにより投影光学系が汚染される。

【解決手段】 投影光学系6からの露光光17により半導体基板10を露光する半導体製造用露光装置において、投影光学系と基板との間に、露光光を通過させるための開口を有した光学系汚染防止用遮蔽部材14を設け、さらにこの遮蔽部材により仕切られて形成される光学系側空間S1の圧力を基板側空間S2の圧力よりも高くする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 投影光学系からの露光光により半導体基板を露光する半導体製造用露光装置において、前記投影光学系と前記基板との間に設けられ、露光光を通過させるための開口を有した遮蔽部材と、前記投影光学系と前記遮蔽部材との間の空間の圧力を前記基板と前記遮蔽部材との間の空間の圧力よりも高くする圧力設定手段とを有することを特徴とする半導体製造用露光装置。

【請求項2】 前記圧力設定手段が、前記投影光学系と前記遮蔽部材との間の空間に不活性ガスを導入することを特徴とする請求項1に記載の半導体製造用露光装置。

【請求項3】 前記遮蔽部材が、露光時に前記開口を開き、非露光時に前記開口を閉じるシャッター状に構成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体製造用露光装置。

【請求項4】 前記遮蔽部材が、スリット状開口を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体製造用露光装置。

【請求項5】 前記開口の大きさを、前記投影光学系の開口数の数に応じて変更可能としたことを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の半導体製造用露光装置。

【請求項6】 前記遮蔽部材の表面が、有機ガスを吸着する物質でコーティングされていることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の半導体製造用露光装置。

【請求項7】 前記遮蔽部材が透明な材料で作られており、この遮蔽部材の表面に酸化チタンがコーティングされていることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の半導体製造用露光装置。

【請求項8】 前記遮蔽部材に前記投影光学系からクリーニング光を照射することを特徴とする請求項7に記載の半導体製造用露光装置。

【請求項9】 請求項1から8のいずれかに記載の半導体製造用露光装置を用いたことを特徴とする半導体デバイス製造プロセス。

【請求項10】 前記圧力設定手段により前記投影光学系と前記遮蔽部材との間の空間の圧力を前記基板と前記遮蔽部材との間の空間の圧力よりも高くする工程を含むことを特徴とする請求項9に記載の半導体デバイス製造プロセス。

【請求項11】 請求項7又は8に記載の半導体製造用露光装置を用い、前記遮蔽部材にクリーニング光を照射する工程を含むことを特徴とする請求項9に記載の半導体デバイス製造プロセス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイス製造プロセスにて使用される半導体製造用露光装置に関す

るものである。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路の高集積化はギガビットDRAM世代へ向けて進んでいる。そして、この高集積化に伴い、露光装置とりわけ投影光学系に要求される性能もさらに高レベルとなってきている。

【0003】ここで、露光装置の解像度は、投影光学系の開口数(NA)を大きくすることによって高めることができるが、NAを大きくすることによって焦点深度が浅くなる。したがって、ある程度以上NAを大きくすることができず、解像度を高めるためには露光波長を短波長化することが要求されている。

【0004】このような理由で、ギガビットDRAM世代の露光装置に用いられる光源として、KrFエキシマレーザやArFエキシマレーザが有望視されているが、光源の短波長化に伴いレジストも解像度の高い化学増幅型レジストへと移行する。化学増幅型レジストは、KrF等の光源を用いて露光することにより酸を発生させ、露光後のベーク処理時に酸を触媒として、ポジ型では保護基脱離反応を、ネガ型では架橋反応を起こさせるものであり、これによりアルカリ現像液に対する溶解速度を変化させて現像後に高アスペクト比のパターンを得ることができる。

【0005】図6には、ポジ型化学増幅レジストの反応の概略を示している。図中(A)、(B)、(C)、

(D)の順に反応は進行する。レジストは保護基62を有したベース樹脂61および光酸発生剤63から構成される(A)。KrFやArF光源からの光によって露光されると、光酸発生剤63が反応し、酸64を発生する(B)。酸64は触媒となって保護基62を脱離し、反応生成物65を作る(C)。反応生成物65は気化し、レジスト膜外へと出ていくため、レジストの膜厚は減少する(D)。

【0006】図中(C)、(D)の現象は、主に露光後の熱処理時に起きるものであるが、実際に用いられている化学増幅レジストは、露光中あるいは露光からベーク処理までの間にも起きる。これは、露光装置のスループットを上げるためにレジストの感度を向上させた結果、保護基脱離反応が酸の存在に対して敏感に起こり、高温にベークしなくても常温で反応が進行することが原因である。なお、図7には、実際の露光後のレジスト膜厚の変化を示している。この図から分かるように、露光量に応じて反応速度が異なり、膜厚の減少速度に差が生じる。

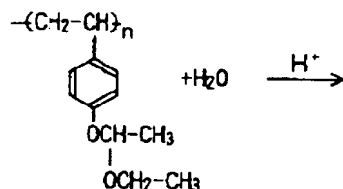
【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、露光中から熱処理時にかけて反応生成物が気化してガスが生じるのであるが、このガスが露光光と反応して有機物が生じ、投影レンズ系が汚染されるという問題がある。

【0008】すなわち、図8に示すように、光源から照

明光学系、レチクルおよび投影光学系86を通過して被露光基板90に光が照射されると、基板90のレジストが反応してガス88が発生する。発生したガス88が光源光に反応して有機物87が発生し、この有機物87が投影光学系86の最終段レンズ89の表面に付着する。

【0009】例えば、保護基として代表的なものである1エトキシエトキシ基の脱離反応は、温度よりもむしろ



【0011】このように反応生成ガスとともに膜外に放出された有機物が、光照射による分解、再結合を含む複雑な反応過程を経て、投影レンズ等の表面に付着固化する。そして、このように投影レンズが汚染された場合、露光装置の解像性能が低下したり、照度むらによる画角内の線幅のばらつきが生じたりして、製造した半導体デバイスの歩留まりが低下するという問題がある。

【0012】このような問題に対して、特開平6-140304号公報にて提案され、本願図9に示す露光装置では、投影光学系96のレンズ99と被露光基板100との間にフィルム101を設けて、レジストからの発生ガス98がレンズ表面に付着するのを防止している。

【0013】しかしながら、このような露光装置では、露光光の短波長化に対応した十分な透過率を有するフィルム材料がないという問題がある。また、露光光によりフィルムがダメージを受けて透過率が変化したり、フィルム面に付着した物質によってフィルム面内の透過率の偏りが生じたりして、解像性能が劣化したり照度が変動したりするという問題もある。

【0014】また、特開平6-260385号公報にて提案され、本願図10に示す露光装置では、被露光基板110の周辺にノズル113を設け、投影光学系106のレンズ109と被露光基板110との間に不活性ガス112を供給することにより、スルーブットを落とさずに不活性ガス中での露光を可能としている。

【0015】しかしながら、このような露光装置では、レジストからの発生ガス108は投影光学系に付着しにくいものの、不活性ガスのフローによって露光雰囲気中の屈折率がゆらぎ、被露光基板の露光むら引き起こすという問題がある。

【0016】そこで、本発明は、化学増幅レジストを用いた際の投影光学系の汚染を防いで、長期間安定した高精度のパターン転写が可能な半導体製造用露光装置を提供することを目的としている。

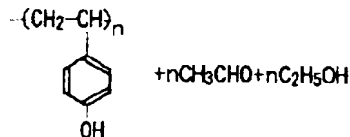
【0017】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明では、投影光学系からの露光光により半導

触媒となる酸に敏感であり、ベーク前の状態において反応が進行する。この脱離反応(化1)において生成されたアセトアルデヒドとエタノールは揮発性が高く、レジスト中に存在する残存溶媒や酸、酸発生剤、界面活性剤等の添加剤等とともに揮発する。

【0010】

【化1】



体基板を露光する半導体製造用露光装置において、投影光学系と基板との間に露光光を通過させるための開口を有した光学系汚染防止用遮蔽部材を設け、さらに投影光学系と遮蔽部材との間の空間(光学系側空間)の圧力を基板と遮蔽部材との間の空間(基板側空間)の圧力よりも高くする圧力設定手段を設けている。例えば、逐次移動型縮小投影露光装置(ステッパ)で8インチ基板を露光する場合、1枚の基板を処理するのに必要な時間は60秒程度である。この間に露光された領域のレジストから脱ガスが生じ、投影光学系汚染の原因となる。撮影レンズ最終面と被露光基板との距離は30mm程度と近く、従来の露光装置ではその間に何もなかったためレジストからの発生ガスに接触し易い構造となっている。しかし、投影光学系と被露光基板とを通じさせる空間は露光光路を妨げない最小の領域でよいはずであり、そのような領域を確保できる開口を有する遮蔽部材を設けることによって、レジストからの発生ガスが投影光学系(特に、投影レンズの最終面)に接触する確率はきわめて低くなる。

【0018】しかも、圧力設定手段により光学系側空間に不活性ガスを導入する等して光学系側空間の圧力を基板側空間の圧力によりも高くすることにより、遮蔽部材の開口を通じて光学系側空間内にガスが流入するのを防止でき、高い光学系汚染防止効果を得ることが可能となる。なお、光学系側空間の圧力は、基板側空間の圧力を1.000気圧とした場合、1.001~1.2気圧、好ましくは1.001~1.01気圧に設定するのがよい。

【0019】また、遮蔽部材の開口面積を投影光学系の開口数に応じて変更できるようにすれば、露光時の遮蔽部材の開口面積を常に光路を妨げない最小の面積とすることができ、光学系汚染防止効果を高めることができる。

【0020】さらに、遮蔽部材の表面に有機ガスを吸着する物質をコーティングすることにより、ガスをより効果的に吸着することを可能とし、光学系汚染防止効果を一層高めるようにしてもよい。

【0021】なお、コーティング材料としては、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、セルロース等のデンプン類、ポリエチレングリコール、ゼラチン、ポリアクリル酸、ポリメタクリル酸、ポリマレイン酸、ポリアクリルアミドやこれらの誘電体等の水溶性の高分子や、メタクリル酸エステル、アクリル酸エステル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリカーボネート、ポリエステルやこれらの誘電体等の有機可溶性ポリマー等が挙げられる。また、コーティング材料中に、有機ガスを化学吸着する物質、例えばカルシウム、ストロンチウム、バリウム、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、バナジウム、タンタル、クロム、モリブデン、タングステン、鉄等を含ませてもよい。

【0022】また、遮蔽部材を透明な材料で作し、この遮蔽部材の表面（基板側表面）に酸化チタンをコーティングして、遮蔽部材にクリーニング光を照射したときに表面に付着した有機物が酸化チタンの光触媒反応の効果により分解・除去されるようにするのが望ましい。この酸化チタンのクリーン化作用により、遮蔽部材の頻繁な交換が不要となり、生産ラインを頻繁に止めなければならないといった不都合を回避することが可能となる。なお、ここにいる透明とは、クリーニング光（露光光等）に対する透過率が少なくとも30%以上、好ましくは80%以上であることを指す。

【0023】そして、これらの結果、露光装置の解像性能および照度の長期安定性を向上させ、良好なレジストパターンを安定的に得ることが可能となる。

【0024】なお、遮蔽部材を、常時開口したスリット状開口を有するものとしてもよいが、露光時に開口を開き、非露光時に開口を閉じるシャッター状に構成してもよい。前述のようにステッパで8インチ基板を露光する場合、1枚の基板を処理するのに必要な時間は60秒程度である。しかし、この時間から非露光基板の移動等に要する時間を除いた純粋な露光時間は数秒である。このため、純粋な露光時間の間だけ露光用開口を開き、これ以外の時間の間は露光用開口を閉じるようにすれば、レジストからの発生ガスによる投影光学系の汚染を効果的に防止することが可能となる。

【0025】

【発明の実施の形態】

（第1実施形態）図1には、本発明の第1実施形態であるKrF逐次移動型縮小投影露光装置（ステッパ）の露光部の構成を示している。この図中、6は投影光学系であり、9は最終段の投影レンズである。10は被露光基板であり、この基板10と投影レンズ9との間には、シャッター（遮蔽部材）14が設けられている。

【0026】シャッター14は、露光時に露光光を通過させるための開口を開き、非露光時には開口を閉じる。なお、シャッター14は、その開口面積を、露光光の光路を妨げない最小の面積とするために、投影光学系6の

開口数（NA）に応じて変更できる構造となっている。つまり、NAが大きい場合には、シャッター14の開口面積は大きく設定され、NAが小さい場合には、シャッター14の開口面積は小さく設定される。

【0027】さらに、本実施形態では、シャッター14を挟んで投影光学系6側の空間（光学系側空間）S1と基板10側の空間（基板側空間）S2とが形成され、光学系側空間S1内にはガス導入口（圧力設定手段）16を通じて不活性ガスが導入される。これにより、光学系側空間S1内の圧力が基板側空間S2内の圧力よりもわずかに高くなる。本実施形態では、基板側空間S2内の圧力を1.000気圧とした場合、光学系側空間S1内の圧力を1.005気圧に設定している。

【0028】以上のように構成されたステッパでは、図1（A）に示すように、シャッター14の開口を開いた状態で、KrF光源（図示せず）からの露光光15が、レチクル（図示せず）がセットされている投影光学系6を通して被露光基板10に照射されて露光が行われる。

【0029】露光終了後は、図1（B）に示すように、直ちにシャッター14の開口が閉じ、基板10上のレジストから発生したガス8が投影光学系6側に移動しないようにする。これにより、露光直後（被露光基板10が次のショット位置に移動する前）における投影レンズ9のガス8による汚染が防止される。

【0030】続いて、図1（C）に示すように、被露光基板10が次のショット位置に移動するとともにシャッター14の開口が開かれるが、このとき既に露光されてレジストからガス8が発生している領域はシャッター14の開口の真下から移動し、しかも、光学系側空間S1内の圧力が基板側空間S2内の圧力よりもわずかに高くなっているため、ガス8はシャッター14の開口を通して投影光学系6側に移動しない。これにより、被露光基板10が次のショット位置に移動した後の投影レンズ9のガス8による汚染も防止される。

【0031】なお、このようなステッパを定常稼働により6ヶ月間使用した後に、投影レンズ9を検査したところ、投影レンズ9への付着物は極めて少なく、許容できる範囲内であった。

【0032】（第2実施形態）図2には、本発明の第2実施形態であるKrF走査型縮小投影露光装置（スキャナ）の露光部の構成を示している。なお、本実施形態において、第1実施形態と同じ構成要素については第1実施形態と同符号を付して説明に代える。

【0033】本実施形態は、被露光基板10と投影レンズ9との間に、常時開口したスリット状開口を有するスリット板24が設けられている点で第1実施形態と異なる。このスリット板24は、その開口面積（スリット長辺の長さ）を、露光光の光路を妨げない最小の面積とするために、投影光学系6の開口数（NA）に応じて変更できる構造となっている。つまり、NAが大きい場合に

PLEASE TRANSLATE INTO ENGLISH

は、スリット板34の開口面積は大きく設定され、NAが小さい場合には、スリット板34の開口面積は小さく設定される。

【0034】また、スリット板34の基板側表面はカルシウムを5部含んだ500nm厚のポリメタクリル酸メチルフィルムでコーティングされている。

【0035】さらに、本実施形態でも、第1実施形態と同様に、光学系側空間S1内にはガス導入口16を通じて不活性ガスが導入される。これにより、光学系側空間S1内の圧力が基板側空間S2内の圧力よりもわずかに高くなる。本実施形態では、基板側空間S2内の圧力を1.000気圧とした場合、光学系側空間S1内の圧力を1.005気圧に設定している。

【0036】以上のように構成されたスキャナでは、図2(A)に示すように、KrF光源(図示せず)からの露光光が、レチクル(図示せず)がセットされている投影光学系6およびスリット板24の開口を通して被露光基板10に照射されて露光が行われる。

【0037】露光終了後は、図2(B)に示すように、直ちに基板10が次のショット位置に移動するが、このとき既に露光されてレジストからガス8を発生している領域もスリット板24の開口の真下から移動する。しかも、スキャナの場合はスキャン方向のスリットサイズがステップの開口サイズより小さいことに加え、光学系側空間S1内の圧力が基板側空間S2内の圧力よりもわずかに高くなっており、かつスリット板34の基板側表面には有機ガスを化学吸着する物質がコーティングされているため、ガス8はスリット板24の開口を通して投影光学系6側に移動しない。このため、ガス8による投影レンズ9の表面の汚染を第1実施形態のものよりも効果的に防止することができる。

【0038】なお、このようなスキャナを定常稼働により6ヶ月間使用した後に、投影レンズ9を検査したところ、投影レンズ9への付着物は極めて少なく、許容できる範囲内であった。

【0039】また、上記第1および第2実施形態では、遮蔽部材14、24の基板側表面をポリメタクリル酸メチルによりコーティングした場合について説明したが、本発明の遮蔽部材にこれ以外の吸着材料をコーティングしてもよい。

【0040】(第3実施形態)図3には、本発明の第3実施形態であるKrF走査型縮小投影露光装置(スキャナ)の露光部の構成を示している。なお、本実施形態において、第2実施形態と同じ構成要素については第2実施形態と同符号を付して説明に代える。

【0041】本実施形態でも、被露光基板10と投影レンズ9との間にスリット板34が設けられているが、このスリット板34は石英で作られており、その基板側表面には酸化チタンが100nmの厚さでコーティングされている。

【0042】また、本実施形態でも、第2実施形態と同様に、光学系側空間内にはガス導入口16を通じて不活性ガスが導入される。これにより、光学系側空間内の圧力が基板側空間内の圧力よりもわずかに高くなる。本実施形態では、基板側空間内の圧力を1.000気圧とした場合、光学系側空間内の圧力を1.005気圧に設定している。

【0043】このように構成されたスキャナにおいても、第2実施形態と同様に、スリット板34および光学系側空間と基板側空間との気圧差によりガスによる投影レンズ9の表面の汚染を防止することができる。なお、本実施形態では、図3に示すように、酸化チタン(つまりはスリット板34)に定期的に(定常稼働において1週間に1回程度の割合で)、図示しないKrF光源からのクリーニング光19を投影光学系6を通して照射する。クリーニング光19の照射により酸化チタンが光触媒として作用し、スリット板34の基板側表面に付着した有機物が分解除去される。このため、スリット板34の頻繁な交換が不要となる。

【0044】なお、本実施形態では、スリット板を石英で作った場合について説明したが、石英以外の透明材料を用いてもよい。また、第1実施形態に示したステップのシャッターを石英等の透明材料で作って酸化チタンでコーティングしてもよい。

【0045】また、上記第1から第3実施形態では、KrF等の光源を使用するステップおよびスキャナについて説明したが、本発明はこれら以外の光源又は方式を用いた露光装置にも適用することができる。

【0046】(第4実施形態)図4および図5には、上記各実施形態にて説明したステップ又はスキャナを使用する半導体デバイスの製造プロセスを示している。この製造プロセスは、ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシンおよびマイクロオプティクス等の製造に使用される。

【0047】図4には、回路設計から出荷までのフローを示しており、まずステップ1で半導体デバイスの回路設計が行われると、次にステップ2で、設計された回路パターンを形成したマスク(レチクル)構造体が作られる。一方、ステップ3では、シリコン等の材料を用いてウエハが製造される。

【0048】次にステップ4では、前工程、すなわちマスク構造体とウエハとを用い、フォトリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する工程が行われる。そして、ステップ5では、後工程、すなわち回路が形成されたウエハを半導体チップ化する工程が行われる。なお、この後工程では、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング工程)やパッケージング工程も含まれる。

【0049】こうして製造された半導体デバイスは、ステップ6で動作確認、耐久性等の各種検査が行われ、シ

PLEASE TRANSLATE INTO ENGLISH

ステップ7で出荷される。

【0050】図5には、上記前工程の詳細なフローを示している。まずステップ11でウエハの表面が酸化され、ステップ12でウエハ表面にCVDにより絶縁膜が形成される。次に、ステップ13では、ウエハ上に電極が蒸着形成され、ステップ14では、ウエハにイオンが打ち込まれる。

【0051】続いてステップ15では、ウエハに感光剤が塗布され、ステップ16ではマスクの回路パターンをウエハ上に焼き付け露光する。このステップ16において、上記各実施形態のステッパ等が使用されることにより、従来難しかった高集積度の半導体デバイスの製造が可能になる。なお、このステップ16の実行前に、ガス導入口16を通じて光学系側空間に不活性ガスを導入し、光学系側空間内の気圧を昇圧させる（ステップ16'）。また、第3実施形態のスキャナを用いる場合には、このステップ16の実行前に、定期的にシャッター24にクリーニング光を照射する（ステップ16''）。

【0052】露光後、ステップ17でウエハ上の回路パターンが現像され、ステップ18では、エッチングにより現像したパターン像以外の部分が削り取られ、ステップ19では、エッチング後不要となったレジストが取り除かれる。これらのステップが繰り返し行われることで、ウエハ上に回路パターンが多重形成される。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、投影光学系と被露光基板との間に露光光を通過させるための開口を有した光学系汚染防止用遮蔽部材を設けた上、この遮蔽部材により仕切られて形成される光学系側空間の圧力を基板側空間の圧力よりも高くするようにしているので、基板の露光を妨げることなく、レジストからの発生ガスの光学系側空間内への流入を阻止することができ、高い光学系汚染防止効果を得ることができる。そして、この結果、露光装置の解像性能および照度の長期安定性を向上させ、良好なレジストパターンを安定的に得ることができる。

【0054】なお、遮蔽部材を透明な材料で作製し、この遮蔽部材の表面（基板側表面）に酸化チタンをコーティングすれば、遮蔽部材の表面に付着した有機物が酸化チタンの光触媒反応の効果により分解・除去することができるため、遮蔽部材の頻繁な交換を不要とし、生産ライ

ンの頻繁な停止といった不都合を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態であるステッパの構成を示す概略図である。

【図2】本発明の第2実施形態であるスキャナの構成を示す概略図である。

【図3】本発明の第3実施形態であるスキャナの構成を示す概略図である。

【図4】上記ステッパおよびスキャナが使用される半導体デバイスの製造プロセスを示すフローチャートである。

【図5】上記製造プロセス中の前工程のフローチャートである。

【図6】ポジ型化学増幅レジストの反応説明図である。

【図7】露光後のレジスト膜厚の変化を示したグラフ図である。

【図8】レジストからの発生ガスによる投影レンズの汚染構造を示す説明図である。

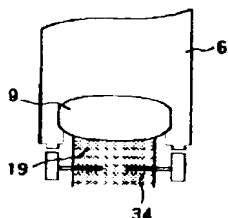
【図9】従来のレンズ汚染防止用フィルムを備えた露光装置の概略図である。

【図10】従来のレンズ汚染防止用ノズルを備えた露光装置の概略図である。

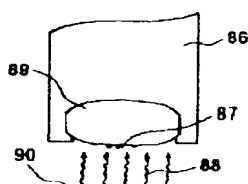
【符号の説明】

- 6, 86, 96, 106 投影光学系
- 8, 88, 98, 108 ガス
- 9, 89, 99, 109 投影レンズ
- 10, 90, 100, 110 被露光基板
- 14 シャッター
- 15 露光光
- 16 ガス導入口
- 19 クリーニング光
- 24, 34 スリット板
- 61 ベース樹脂
- 62 保護基
- 63 光酸発生剤
- 64 酸
- 65 反応生成物
- 101 フィルム
- 113 ノズル
- 112 不活性ガス

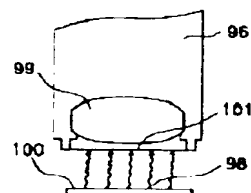
【図3】



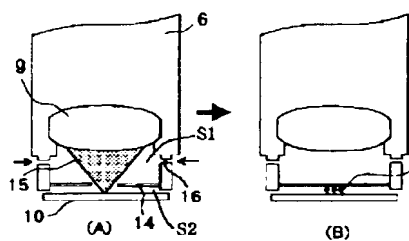
【図8】



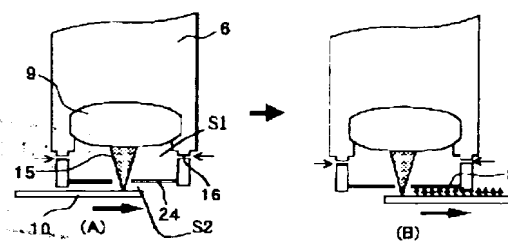
【図9】



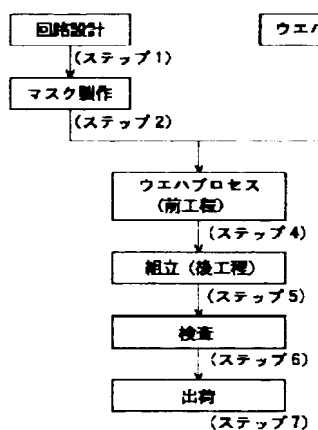
【図1】



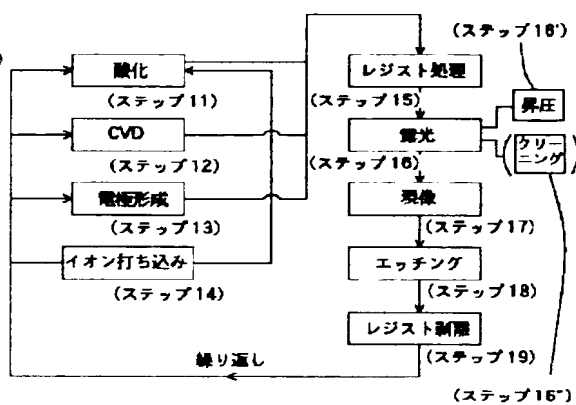
【図2】



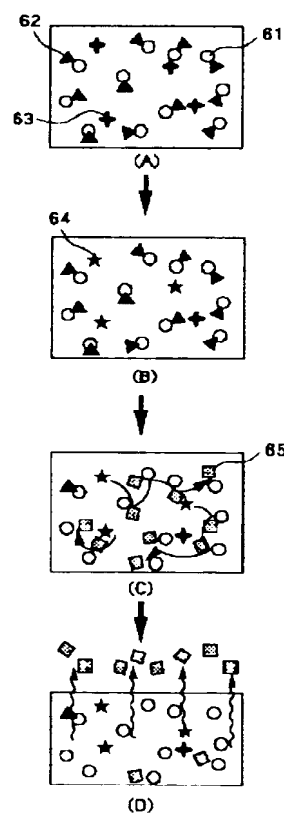
【図4】



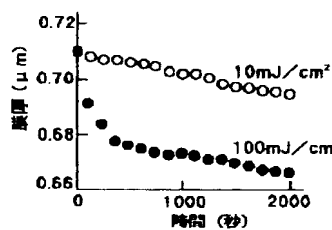
【図5】



【図6】



【図7】



【図10】

